Über

DIE VERDAUUNG DES INULINS

und

Seine Verwendung bei Diabetes Mellitus.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der medicinischen Doctorwürde

vorgelegt der medicinischen Facultät

zu Strassburg i|E. 1875,

von

ANTON D. KOMANOS

aus Volos, in Thessalien.

STRASSBURG,

Druck von H. L. Kayser, Pergamentergasse, 1.

1875.

Über

DIE VERDAUUNG DES INULINS

Seine Verwendung bei Diabetes Mellitus.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der medicinischen Doctorwürde

verfasst und mit Genehmigung

der

medicinischen Facultät

zu Strassburg i. E.

vorgelegt

von

ALFONS v. KOMAROMY

aus Veszprém in Ungarn.

STRASSBURG.

Druck von M. DuMont-Schauberg.

1894.

Über

DIE VERDAUUNG DES INULINS

und

Seine Verwendung bei Diabetes Mellitus.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der medicinischen Doctorwürde

vorgelegt der medicinischen Facultät

zu Strassburg i|E. 1875,

von

ANTON D. KOMANOS

aus Volos, in Thessalien.

STRASSBURG,

Druck von H. L. Kayser, Pergamentergasse, 1.

1875.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät.

Strassburg, im März 1875.

Referent:

Professor Dr. HOPPE-SEYLER.

Seinem hochverehrten Lehrer

Herrn Professor Doctor HOPPE-SEYLER,

Director des physiologisch-chemischen Laboratoriums

zu Strassburg.

und

Seinem hochverehrten Lehrer

Herrn Professor Doctor LEYDEN,

Director der medicinischen Klinik

zu Strassburg.

Aus Hochachtung und Dankbarkeit

gewidmet

vom Verfasser.

Τοῖς ἀγαπητοῖς αὐτοῦ ἀδελφοῖς

ΝΙΚΟΛΑΩ, ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΩ καὶ ΦΙΛΙΠΠΩ

ἐς ἔνδειξιν εἰλικρινοῦς καὶ θερμῆς Ἀγάπης

τὸ παρὸν πόνημα

ἀναπίθησιν

ὁ συγγραφεύς.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552709_0051

Nachdem man sich vielfach bemüht hat, bei der Behandlung des Diabetes Mellitus ein Brod zu finden, welches das gewöhnliche Brod ersetzen sollte, dabei aber zu keinem nennenswerthen Resultate gelangt ist, verfiel neuerdings Külz [1] durch seine Versuche: «Ueber den Einfluss einiger Kohlenchydrate auf die Zuckerausscheidung bei Diabetes Mellitus» auf den Gedanken, das Amylon des Fruchtzuckers, das Inulin (C_6 H_{10} O_5) als Brodsurragat bei genannter Krankheit vorzuschlagen.

Der erwähnte Autor stützt sich dabei auf verschiedene Versuche, welche er an Diabetikern anstellte, aus denen hervorging, dass die Einführung des Inulins in den Organismus gar keine Vermehrung in der Zuckerausscheidung zur Folge hat; dasselbe ist weder im Urin noch in den Foeces nachzuweisen, folglich wird es assimilirt. Da uns diese Versuche nicht die volle Sicher-

1. Beiträge zur Pathologie und Therapie des Diabetes Mellitus. 1874.

heit gewähren, dass sich das Inulin wirklich zur Bereitung eines rationell diabetischen Brodes eignet und nur die genaue Kenntniss der bis jetzt wenig bekannten Verdauung desselben einen sichern Aufschluss darüber geben kann, so habe ich auf Anregung von Herrn Prof. Dr. Leyden übernommen, nähere Versuche über dieses Kohlenhydrat, welches auch (als ein sehr verbreiteter Pflanzenbestandtheil nach Mulder[1] und Woskrescensky[2]) einen Theil unserer pflanzlichen Nahrungsmittel bildet, anzustellen.

Das Inulin wurde im Jahre 1804 von Val-Rose[3] in den Wurzeln von *Inula Helenium* endeckt und dann später von anderen aus verschiedenen Pflanzen dargestellt, daher auch die verschiedenen Benennungen desselben, wie z. B. *Dahlin* (Payen)[4], *Menyanthin, Alantin* (Trommsdorff), *Helenin* (John)[5]. Dazu gehören auch die Inulinsorten, die Marquart *(An. Pharm. 10,92)* angibt, indem er das nach Liebig's[6] Methode aus den Dahlienknollen unverändert zu gewinnende Inulin Synantherin, wogegen das mit heissem Wasser nach Payen's Methode daraus abgeschiedene Sinistrin nennt.

Es findet sich namentlich das Inulin in den Wurzeln von *Inula Helenium* (Rose), von *Angelica Archan-*

1. Annal. Pharm. 28, 278; J. pr. Chem. 15, 299.
2. Petersb. Acad. Bull. 5, Nr. 3; J. pr. Chem. 37, 309.
3. A. Gehl. 3, 217.
4. J. Pharm. 9, 383. — Ann. Chim. Phys. 26, 102; Repert. 18, 53; Ann. des sciences nat. bot. 1840, 91.
5. Dessen chem. Schriften 4, 73.
6. Ann. Pharm. 2, 235.

gelica (nicht nach Buchholz und Buchner), *Anthemis Pyretrum* (John), *Colchicum autumnale*, (Pelletier u. Caventon), *Leontodon taraxacum* (Mulder, Herberger[1], Frickhinger[2]), *Cichorium intybus* (Woskressensky), in den Wurzelknollen von *Dahlia pinnata* (nicht im Frühjahr, Woskressensky), Payen, *Helianthus Tuberosus*, Braconnot; in den Stengeln von *Solanum Dulcamara* im Frühjahr, nicht im Herbst, Jonas[3]; *Menyanthes trifoliata*, Trommsdorff; in der *Hirschbrunst*, Biltz; in der *Lerp-Manna Eucalyptus dumosa*, zu 13,8 Proc. Anderson[4]; *Lichen fraxineus* und *fastigiatus* enthalten, nach Berzelius Inulin, Lichenin oder einen ähnlichen Stoff. Die Samen von *Helianthus annuus* enthalten einen in kaltem Wasser und Weingeist unlöslichen, nicht gährungsfähigen Stoff, der erst nach dem Kochen mit verdünnten Säuren Kupferoxydkali reducirt, wohl Inulin. (Ludwig und Kromayer[5].

K. Prantl[6], welcher das Inulin besonders in der Familie der Compositen, ausserdem noch in *Campanula rapunculoides L.*, fand, hebt die Verschiedenheit im Inulingehalt der Pflanzen zu verschiedenen Jahreszeiten hervor, indem derselbe bei einigen Pflanzen sein Maximum im Herbst erreicht, während bei anderen ganz andere Verhältnisse auftreten. Dragendorff, welcher im Jahr 1870 eine Monographie des Inulins veröffentlichte,

1. Repert. 52, 399.
2. Repert. 75, 45.
3. N. Br. Arch. 42, 130.
4. N. Bd. Phil. J. 7, 136; J. pr. Chem. 47, 449.
5. N. Br. Arch. 99, 17.
6. N. Reg. Pharm. 19, 513 bis 544, 577 bis 593, 641 bis 659.

führt folgendes an: Der Gehalt an Inulin wechselt sehr mit dem Alter der Wurzeln, ihrem Standort und der Zeit der Aufbewahrung derselben. In 100 Th. der bei 100° getrockneten Wurzeln fand er folgende Menge von Inulin: In *Inula Helenium* 22,3 bis 44,3; *Taraxacum officinale* 24,3; *Cichorium Intybus* 36,5; *Dahlia* 34 bis 42,5; *Carlina acaulis* 21,9; *Lappa tonsentora* 27,0; *Arnica montana* 9,7; *Helianthus annuus* 0.

Darstellung des Inulins.

Zur Darstellung des Inulins sind verschiedene Methoden angegeben, die jedoch unbedeutend von einander differiren; es seien hier nur einige derselben erwähnt;

A. Darstellung aus Alantwurzeln:

1. Man kocht mit viel Wasser aus, verdampft den Auszug, zieht den Extract mit kaltem Wasser aus und wascht das dabei zurükbleibende Inulin, Stratingh [1].

2. Das Inulin ist schwer vollkommen weiss und in einigermassen beträchtlicher Menge zu erhalten. Behandelt man einfach die Alantwurzel mit kochendem Wasser und concentrirt die Flüssigkeiten, um das Inulin auszuscheiden, so wird es nur durch häufig wiederholtes Behandeln mit Kohle, welche eine grosse Menge absorbirt, hinlänglich weiss erhalten.

Leichter kommt man auf folgende Weise zum Ziel. Man erschöpft durch Verdrängung mit kochendem Wasser eine gewisse Menge Alantwurzel, so dass man

1. Repert. 12, 418.

eine sehr reichhaltige Flüssigkeit hat und ein langes Abdampfen vermindert. Die Flüssigkeit wird bis auf 10 -12 Aräometergrade verdunstet und das doppelte Volumen 81-gradiges Alcohol hinzugefügt; das Inulin fällt als fast weisses Pulver aus. Löst man dasselbe in wenig destillirtem Wasser. Behandelt die Flüssigkeit mit etwas gewaschener Thierkohle und fällt sie abermals mit dem doppelten Volumen 81-gradigen Alcohol, so erhält man einen rein weissen Niederschlag von Inulin, welcher, da er mit Alcohol imprägnirt ist, sehr schnell trocknet. Diese Methode ist trotz der Anwendung des Alcohols nur mit sehr geringen Kosten verbunden, C. J. Thirault [1].

B. Aus Erdäpfeln oder Dahlienknollen:

1. Man löst das aus dem ausgepressten Saft der Erdäpfel in der Kälte niederfallende Satzmehl in heissem Wasser, filtrirt, verdunstet und erkältet, wobei Inulin niederfällt, Braconnot.

Andere Methoden sind von Ludwig [2] und von Liebig angegeben.

2. Auf Grund dieser Angaben rieth mir Herr Professor Hoppe-Seyler, in dessen Laboratorium ich vorliegende Arbeit gemacht habe, folgender Weise das Inulin aus Dahlienknollen zu gewinnen:

Es wurden die Dahlienknollen in kleine Stücke geschnitten, mit kaltem Wasser ausgewaschen und dann

1. Journ. de Pharm. et de Chem. 3. Ser. tom. XXV, pag. 205.
2. N. Br. Arch. 82, 163.

in einem Mörser stark zerstossen. Die so zum Brei zerstampfte Masse wurde in ein festes Leinenzeug gewickelt, unter eine Pressmaschine gebracht und ausgepresst. Der daraus gewonnene dicke dunkelgraue Saft wurde einen Tag lang in der Kälte stehen gelassen und dann filtrirt, sodann der Rückstand in gewöhnlichen Alcohol gebracht zur Entfernung der fremden Stoffe, stark umgerührt und nach einigen Stunden abfiltrirt. Dieser letzte mit Alcohol gereinigte Rückstand wurde in heissem Wasser (auf dem Wasserbade) aufgelöst, wobei das Inulin in Lösung überging, dann heiss abfiltrirt und das Filtrat auf ein kleines Volumen eingedampft. Die so concentrirte gelbe Flüssigkeit wurde in der Kälte stehen gelassen, wobei sich das Inulin allmählich schön weiss abschied. Darauf wurde es abfiltrirt und zwar wurde das Filtrat zur weiteren Ausscheidung stehen gelassen und das Inulin auf dem Filter zuerst mit kaltem Wasser (2—3 Mal) und dann mit starkem Alcohol sorgfältig gewaschen und über Schwefelsäure in der Luftpumpe getrocknet.

Auf diese Weise wurde ein schön weises Inulin erhalten. Das Filtrat aber des zuerst durch die Pressmaschine gewonnenen Saftes wurde zur weiteren Abscheidung stehen gelassen und ebenso wie der Rückstand behandelt. Der ausgepresste Brei der Knollen wurde extrahirt, verdunstet und auch nach der nämlichen Methode behandelt.

Dieses reine Inulin nun, dessen Quantität allerdings nicht sehr beträchtlich war, diente hauptsächlich zur Controle der Reinheit des käuflichen Inulins, welches

ich zu meinen Versuchen benutzte. Das käufliche Inulin ist nicht rein und es enthält namentlich Zucker, wie ich mich wiederholt davon überzeugt habe; darauf mag vielleicht auch die Angabe Croockwit's, dass das Inulin Bleioxyd-, Kupfer- und Silberoxydsalze reducire, beruhen, denn das reine Inulin reducirt die genannten Salze durchaus nicht.

Das Auswaschen mit starkem Alcohol ist nothwendig, wie auch die sorgfältige Trocknung, denn sonst bekommt man ein gelbes hornartiges Präparat. Um das käufliche Inulin zu reinigen, löst man dasselbe in heissem Wasser auf, filtrirt heiss, fällt mit überschüssigem Alcohol und lässt es so lange stehen, bis es ausgefällt ist; dann filtrirt man ab und wäscht wiederholt auf dem Filter mit kaltem Wasser und zuletzt mit starkem Alcohol aus und trocknet. Das Alcoholfiltrat lässt man zur weiteren Abscheidung stehen.

Eigenschaften des Inulins.

Reines und sorgfältig getrocknetes Inulin stellt ein zartes, blendend weisses, dem Stärkemehl nicht unähnliches Pulver dar. Andere Bezeichnungen wie z. B. hornartig, gummiartig, etc., welche von verschiedenen Autoren angegeben werden, beruhen lediglich auf der Art und Weise der Präparation respective Vertrocknung desselben.

Das Inulin besteht aus mikroskopischen Körnern von der Form und $^1/_3$ der Grösse der Stärkemehlkörner

(Baumann) ist sehr hygroskopisch *(Dubrunfaut)*[1], leicht zerreiblich und klebt stark an den Zähnen und an feuchtem Papier. Dasselbe besitzt in Lösung einen leicht faden Geschmack, sonst ist es aber geschmack- und geruchlos, nicht gährungsfähig, reducirt auch das Kupferoxyd nicht. Sein specifisches Gewicht ist nach *Dubrunfaut* 1,462; (nach *Dragendorff* 1,470) und sein Rotationsvermögen nach demselben = — 34°, 42 links.

Inulin scheint, wie *Prantl* richtig bemerkt, am meisten mit Rohrzucker verwandt zu sein, denn beide Körper haben in mancher Beziehung dieselben Eigenschaften, wie z. B.

	Inulin.	Rohrzucker.
Durch Säuren:	Verwandelt in Levulose.	Verwandelt in Levulose u. Glycose.
Mit Baryt:	Verbindung.	Verbindung.
Fehling'sche Kupferlösung:	Wird nicht reducirt.	Wird nicht reducirt.
Mit Hefe:	Nicht gährungsfähig.	Nicht gährungsfähig.

Ja, wenn man nun auch die chemische Zusammensetzung der betreffenden Körper näher ins Auge fasst, kommt man leicht zu dem Gedanken, dass es nicht gerade unmöglich wäre, aus Inulin und Traubenzucker Rohrzucker darzustellen, denn ein Molecul Rohrzucker kann als aus einem Molecul Traubenzucker und einem Molecul Inulin bestehend betrachtet werden, also $C_{12} H_{22} O_{11} = C_6 H_{12} O_6 + C_6 H_{10} O_5$.

1. Compte rendu 42, 803; J. pr. Chem. 69, 208; Inst. 1856, 174.

Endlich was die physiologische Bedeutung des Inulins im Pflanzenreich betrifft, kommt *Prantl* durch seine Untersuchungen zu der Annahme, dass dasselbe ein Reservenahrungsstoff sei, d. h. in inulinhaltigen Pflanzen verrichte das Amylum alle seine Functionen, wie bei den übrigen grünen Pflanzen und nur in den Reservestoffbehältern sei es durch andere Stoffe ersetzt, in den Samen durch Oel, in den unterirdischen Wurzeln und Stengeln durch Inulin. Letztere Angabe hat bekanntlich keine allgemeine Gültigkeit.

Nach *Moleschott* [1] sind Inulin und Pflanzenschleim, der auch durch Säuren in Zucker übergeht, den Fettbildnern einzureihen.

Löslichkeit des Inulins.

Inulin ist unlöslich im kalten Wasser, Alcohol, Aether und Chloroform, dagegen leicht löslich in heissem Wasser, wo es beim Erkalten desselben sich wieder (grösstentheils) allmählig abscheidet. In verdünnter Salzsäure ist das Inulin wenig löslich, während in concentrirter ein grosser Theil desselben in Lösung übergeht. In alkalischen Flüssigkeiten löst es sich leicht. Ferner löst sich das Inulin in Vitrioloel mit brauner Farbe; die Lösung wird durch Ammoniak, nicht durch Wasser oder Weingeist gefällt. *(Gaultier.)* [2] Chlor fällt wässeriges Inulin nicht. *(Payen.)* Jod ertheilt dem Inulin keine Farbe. Durch Bleizucker, Bleiessig und durch

1. Ann. Chem. 94, 200.
2. Dessen Physiol. der Nahrungsmittel.

Kalkwasser wird die Inulinlösung nicht, durch Barytwasser nur schwach und zwar nur in der Kälte getrübt; aber neutrales essigsaures Bleioxyd mit Ammoniak schlägt das Inulin nieder. *(Payen)*

Umwandlung des Inulins.

Die Angabe *Crookwit's* [1], *Dubrunfaut's* und Anderer, dass das Inulin mit Wasser auf 100° langsam aber vollständig in *Levulose* übergehe, kann ich nicht bestätigen, denn erstens, wenn man es in offenen Gefässen erhitzt, geschieht es nicht und zweitens, wenn man eine wässerige Inulinlösung in einer zugeschmolzenen Glasröhre etwa über 100° langsam erhitzt, geht nur äusserst schwierig ein Theil des Inulins in Levulose über, ja, selbst beim Erhitzen auf 150° wird das Inulin bei Weitem nicht vollständig in Zucker verwandelt. Bei stärkerem Erhitzen (im zugeschmolzenen Gefäss) z. B. auf 200° zersetzt sich das Inulin unter dunkelbrauner Verfärbung in verschiedene Säuren und gibt wie alle Kohlenhydrate Brenzkatechin.

Beim Erhitzen einer Inulinlösung auf 100° soll nach Dragendorff neben dem Fruchtzucker noch ein Zwischenproduct entstehen, welches dem Inulin isomer zu sein scheint, durch viel Weingeist harzartig gefällt wird und in kaltem Wasser leicht löslich ist. Dieses soll im Stande sein bei längerem Kochen die Fehling'sche Lösung zu reduciren, optisch aber unwirksam sein. Dieses

1. Ann. Pharm. 45, 184; J. pr. Chem. 28, 316.

Product hält Dragendorff für identisch mit dem Levulin von G. Ville und Joulie. Bei meinen Versuchen habe ich die Entstehung eines solchen Körpers nicht constatiren können, denn mit dem 2—3-fachen Volumen absolut. Alcohols wurde nur das gewöhnliche weisse, pulverartige Inulin aber keine harzartige Substanz gefällt. Ferner spricht Dragendorff von einem anderen Körper, welcher bei kürzerer Einwirkung des Wassers entstehen soll und welcher Metinulin genannt wird, dessen Unterschied vom gewöhnlichen Inulin darin bestehe, dass ersteres leichter durch Weingeist gefällt werde und leichter die Fehlings'sche Lösung reducire als letzteres.

Durch längeres Sieden wird das Inulin nicht in Zucker umgewandelt, wie es Crookwit angibt. Ich hielt in einem mit Rückflusskühler oder 1½ Meter langen Rohre versehenen Kolben eine nicht sehr concentrirte Inulinlösung 24 Stunden lang beim Sieden, ohne die betreffende Umwandlung constatiren zu können. Dabei wurde die anfangs farblose Flüssigkeit allmählig gelb bis hellbraun, roch nach dem 24-stündigen Sieden etwas nach verbrantem Zeug und nachdem ich vergebens in derselben Zucker gesucht hatte, versetzte ich es mit absolutem Alcohol, wodurch ich einen reichlichen schneeweissen Niederschlag von unverändertem Inulin bekam; auf dem Boden des Kolbens waren kleine bräunliche Fläckchen von verbranntem Inulin (?) zu sehen. Man kann hier allerdings den Einwand erheben, dass dennoch ein Theil des Inulins in Levulose umgewandelt und dass durch das weitere Kochen dieser entstandene Zucker

wieder zersetzt worden sei. Darauf muss aber erwiedert werden, dass erstens ausser der Farbenveränderung und des Geruchs nach verbranntem Zeug, was ebenso gut für Verbrennung respective Zersetzung des Inulins sprechen kann, sonst keine Zeichen einer vorhandenen Zersetzung zu constatiren waren (d. h. keine Säuren und kein Brenzkatechin nachzuweisen). Uebrigens findet die Zersetzung der Levulose nicht bei der Temparatur des kochenden Wassers statt; davon habe ich mich durch folgenden Versuch überzeugt. Eine reine neutral reagirende Lösung von Inulinzucker wurde in einer zugeschmolzenen Glasröhre auf 120° im Oelbad erhitzt, wonach weder die Farbe, noch die Reaction, noch der Geschmack die geringste Veränderung erfuhren. Die nämliche Lösung wurde dann auf 150° erhitzt und erst bei dieser Temparatur begann die Zersetzung, welche sich in Veränderung der Farbe, in einer schwachsauren Reaction und einem leichtbittern Geschmack kund gab. Die darauf angestellte Gährungsprobe zeigte, dass die Zersetzung nur unbedeutend war.

Verdünnte Säuren verwandeln Inulin in der Kälte und Wärme in Zucker (Payen, Bouschardat).[1] Hier muss bemerkt werden, dass bei der Kälte die Umwandlung langsam und schwach vor sich geht. Wenn man z. B. eine Portion kalter wässeriger Inulinlösung mit etwas verdünnter Salzsäure versetzt, in die Kälte stellt und in verschiedenen Zeiträumen die Umwandlung durch die Trommersche Probe constatirt, so bekommt

1. Compte rendu 25, 274; Auvz. Pharm. Centr. 1847, 782.

man auch nach 12—15 Stunden nur bei starkem und langem Erhitzen eine verhältnissmässig schwache Reduction des Kupferoxyds. Erhitzt man dagegen einen Theil dieser kalten Lösung sofort, so bekommt man gleich bei Anwendung der Trömmer'schen Probe, selbst bei ganz gelindem Anwärmen oder bei Zimmertemparatur die schönste Reduction. In der Wärme geht die saccharificirende Wirkung der Salzsäure auf das Inulin ausserordentlich rasch vor sich. Die Säuren, die man gewöhnlich zur Umwandlung des Inulins benützt, sind Schwefel- und Salzsäure, von welchen nur geringe Quantitäten nöthig sind.

Ich stellte aus Inulin reine Levulose dar auf folgende Weise:

Es wurden 20 Grm. Inulin in 150 Cc. destillirtem Wasser (auf dem Wasserbad) aufgelöst und darnach 50 Cc. verdünnte Schwefelsäure hinzugefügt und 15—20 Minuten weiter auf dem Wasserbad gewärmt.

Diese saure Lösung wurde dann mit kohlensaurem Kalk neutralisirt, abfiltrirt, wobei das klare, hellgelbe Filtrat sehr süss schmeckte und mit gewöhnlichem Alcohol zur Entfernung des dabei entstandenen Gypses gefällt. Darauf wurde es wieder abfiltrirt, mit Thierkohle entfärbt und durch Destillation vom Alcohol befreit. Den so erhaltenen, reinen farblosen Inulinzucker benutzte ich um die Modification seines Rotationsvermögens, welche bekanntlich durch die Temparatur bewirkt wird, genauer zu studiren.

Ich lasse hier eine Tabelle von den Beobachtungen,

die ich darüber mit dem Soleil-Venzcke'schen Polarisationsapparat gemacht, folgen:

Inulinzucker.

(Erste Lösung.)

Temperatur.		Drehung nach Links.
+ 0 — 1°	=	— 8
+ 9°	=	— 7,4

(Zweite Lösung.)

+ 7°	=	— 11,5
+ 28°	=	— 10,4
+ 40°	=	— 9,4
+ 7°	=	— 11,5
+ 18°	=	— 10,6
+ 40°	=	— 9,5
+ 6°	=	— 11,4
+ 17°	=	— 10,7

(Dritte Lösung.)

+ 6°	=	— 10,4
+ 15°	=	— 10
+ 26°	=	— 9,3
+ 47°	=	— 8,2
+ 1°	=	— 10,7
+ 17°	=	— 10
+ 84°	=	— 6,5

Da der im Rohr- respect. Invertzucker enthaltene linksdrehende unkrystallisirbare Zucker dem Inulinzucker identisch ist, beobachtete ich auch das Rotationsvermögen dieses Zuckers bei verschiedenen Temparaturen in der Absicht, eine Vergleichung zwischen beiden machen zu können.

Ich lasse hier die Tabelle der betreffenden Beobachtungen folgen:

Invertzucker.

(Erste Lösung).

Temperatur.		Drehung nach Links.
+ 5°	=	— 4,55
+ 17°	=	— 4,2
+ 30°	=	— 3,5

(Zweite Lösung).

+ 5°	=	— 4,7
+ 16°	=	— 4,4
+ 44°	=	— 3.
+ 78—80°	=	— 1,4

+ 5°	=	— 5.
+ 16°	=	— 4,5
+ 44°	=	— 3,4
+ 85°	=	— 1.

(Dritte Lösung.)

+ 6°	=	— 4,5
+ 18°	=	— 4,1
+ 35°	=	— 3,2
+ 52°	=	— 2,4 [1]

Da bekanntlich das Drehungsvermögen des rechtsdrehenden (Trauben-) Zuckers durch die Temparatur fast gar nicht modificirt wird, so beziehen sich die eben angeführten Drehungsmodificationen des Invertzuckers nur auf den linksdrehenden.

Aus der Vergleichung beider Tabellen miteinander

1. Diese Beobachtungen sind mit vielen Schwierigkeiten verbunden und daher lassen sie sich nicht mit absoluter Genauigkeit ausführen.

ergibt sich, dass beim Steigen der Temparatur das Rotationsvermögen des Inulinzuckers in viel geringerem Grade sinkt als jenes des Invertzuckers. Hier mag vielleicht auch die Salzsäure, die zur Invertirung des Rohrzuckers benutzt wurde, einen Einfluss auf die Drehung ausgeübt haben oder es können auch andere Momente hier im Spiele gewesen sein, so dass ich daraus nicht auf einen Unterschied zwischen dem Inulinzucker und dem linksdrehenden des Invertzuckers schliessen möchte.

Wirkung der Verdauungssäfte auf das Inulin.

1. Versuch mit Speichel:

Es wurde eine Portion reinen Inulins in heissem Wasser aufgelöst und dann mit gemischtem menschlichem Mundspeichel, welcher gekochtes Stärkemehl sofort in Traubenzucker überzuführen vermochte, zusammengebracht, stark umgerührt und im Brutofen etwa drei Stunden lang bei einer Temparatur von 37°—40° stehen gelassen. Das Inulin zeigte darauf keine Veränderung und selbst nach Verlauf von mehreren Stunden nicht. Hiernach äussert Speichel keine Einwirkung auf das Inulin. Bei Wiederholung des Versuches zeigte sich das nämliche Resultat. Dies hat schon früher Frerichs angegeben und neuerdings wieder Külz[1]; dagegen Dragendorff schreibt dem Speichel bei Blutwärme eine geringe saccharificirende Wirkung auf das Inulin zu.

1. Beiträge z. Parthol. u. Therap. des Diabetes Mellitus im ersten Band.

2. Versuch mit Pankreassaft:

Auch Pankreassaft, der aus frischem Rindspankreas (durch Zerkleinerung und Zerstossung) mit Wasser extrahirt wurde und der gekochtes Stärkemehl rasch in Traubenzucker überführte, vermochte nicht bei Bluttemparatur Inulin in Zucker zu verwandeln. Die Wiederholung des Versuchs ergab das nämliche Resultat.

Dragendorff und Külz geben das nämliche an sowohl von dem pankreatischen Saft, wie auch von der Galle.

3. Versuch mit künstlichem Magensaft.

Der aus der zerstückelten Magenschleimhaut eines Schweines durch Extraction mit einer salzsauren Lösung (von 8 Cc. concentr. HCl. auf 1000 Cc. Wasser) gewonnene ziemlich stark sauer reagirende Magensaft vermochte unter keiner Bedinguug das Inulin zu verwandeln.

Da nun bekanntlich der Magensaft von Vögeln sehr scharf ist, unterliess ich nicht auch mit diesem Versuche anzustellen, kam aber auch hierbei zu einem negativen Resultate. Ich benutzte hierzu zwei Tauben, die vorher mit harten Leinsamenkernen, um etwaige Zuckerbildung im Magen zu vermeiden, gefüttert wurden, dieselben dann getödtet, der Magen rasch herausgenommen und der Saft, welcher stark sauer reagirte, ausgepresst.

Dass auch der menschliche Magensaft unfähig ist das Inulin in Zucker zu verwandeln, zeigen die Versuche, welche Külz darüber anstellte.

Dr. Külz liess nämlich einen Kranken, der an Magenectasie litt, früh nüchtern bleiben; die letzte Mahlzeit hatte Patient am Abend zuvor genommen. Vermittelst eines Heberapparats wurde der Magen mit destillirtem lauwarmen Wasser gehörig ausgespült, wobei das abfliessende Wasser stark sauer reagirte. Nachdem der Magen so gereinigt war, wurde in denselben eine Inulinlösung von 40° eingeführt und dann nach 15 Minuten der Mageninhalt herausgehebert und der Magen selbst wiederum ausgespült. Die so gewonnene Flüssigkeit reagirte stark sauer und nach kurzer Zeit schied sich daraus Inulin ab. Der Versuch wurde mit dem nämlichen Erfolg wiederholt, nachdem die Inulinlösung 20 Minuten im Magen verblieben war.

Ich selbst hatte die Gelegenheit, mich von der Unfähigkeit des menschlichen Magensafts, Inulin in Zucker zu verwandeln, zu überzeugen. Es wurde einem Diabetiker in der Klinik von Herrn Prof. Leyden eine ziemlich grosse Portion Inulins eingereicht; Tags darauf bekam Patient Indigestionsbeschwerden, zu welchen derselbe sehr disponirt war, er brach wiederholt. In den erbrochenen Massen konnte man ziemlich grosse weisse Klumpen von unverändertem Inulin auffinden.

Es scheint allerdings auffallend, dass ein Verdauungssecret, wie der Magensaft, trotz seines Gehaltes an freier Salzsäure nicht im Stande ist das Inulin zu verwandeln. Der Grund dazu liegt meiner Ansicht nach darin, dass die freie Salzsäure des Magensaftes procentisch nicht hinreicht, um die Verwandlung des Inulins zu bewirken, denn zu dieser Umwandlung ist nach

Versuchen, die ich in dieser Richtung hin anstellte, eine Salzsäure von etwa 5 pro mille bei Bluttemparatur nöthig. Bekanntlich aber ist der Gehalt des menschlichen Magensaftes an freier Salzsäure ungefähr 2,17 pro mille und der des Hundes 3,050. Ausserdem ist die Salzsäure im Magensafte wenigstens theilweise als an Pepsin oder Peptone gebunden zu erachten.

Auch der Rohrzucker wird nach den Versuchen von Hoppe-Seyler und Frerichs nicht von normalem Magensaft invertirt; womit auch die Versuche von Külz übereinstimmen.

Die Angabe, welche Lehmann in seinem Buche der physiologischen Chemie [1] macht, dass sich nämlich die Verdauungsflüssigkeiten gegen Inulin ganz wie gegen Amylon verhalten sollen, ja, sogar, dass Inulin schneller umgewandelt wird, als das gewöhnliche Stärkemehl; diese Angabe, sage ich, muss wohl auf Versehen beruhen. Auch Külz führt dieselbe in seiner bereits citirten Arbeit an mit der Bemerkung, dass ihm dieselbe vollständig unverständlich sei.

Das Ferment der Bierhefe, welches Rohrzucker zu invertiren vermag, ist bei Bluttemparatur nicht im Stande, das Inulin zu verändern.

Wirkung der Fäulniss auf Inulin.

Es wurde eine Inulinlösung mit faulem Fleisch in einen Kolben zusammengebracht und in die Nähe des Ofens bei einer Temparatur von wenigstens 20° auf

1. Zweite Aufl., Band III, S. 243.

längere Zeit gestellt. Nach 7 Tagen war das Inulin noch unverändert, es fing aber schon die Flüssigkeit im Kolben an, eine saure Reaction zu zeigen und da letztere allmählich an Intensität zunahm, wurde dieselbe etwa am zehnten Tage mit kohlensaurem Kalk neutralisirt, was das Weiterschreiten des Fäulnissprocesses nicht störte. 16 Tage nach dieser Neutralisation blieb die Flüssigkeit fast noch neutral und war unverändertes Inulin in derselben nachzuweisen.

Ob gerade alles Inulin unverändert geblieben ist oder ein Theil davon eine mehr oder weniger grosse Veränderung resp. Zersetzung erfahren hat, vermag ich nicht zu entscheiden, da ich keine genauen quantitativen Bestimmungen darüber gemacht habe. Ich hebe nur das hervor, dass die Fäulniss in einer Zeit von etwa 4 Wochen keine bemerkenswerthe Zersetzung des Inulins bedingte.

Dieser Versuch wurde mit faulem Käse wiederholt, wobei es sich zeigte, dass nach der vollständigen Neutralisation mit Kreide doch eine geringe Entwickelung von Säuren vor sich ging, was vielleicht durch eine langsame Zersetzung des Inulins bedingt sein mag. Nach 15 Tagen war noch unverändertes Inulin in der faulen Flüssigkeit nachzuweisen.

Damit sind nun alle Fermente erschöpft und es bliebe eigentlich noch übrig, in den inulinhaltigen Pflanzen selbst das Umwandlungs-Ferment für das Inulin zu suchen, und dies umsomehr, weil zu einer Zeit, wo in verschiedenen Pflanzen Inulin zu verschwinden pflegt, Fruchtzucker in denselben sich

vorfindet, oder auch neben dem Inulin Fruchtzucker vorhanden ist. Im *Leontodon taraxacum* ist mir nicht gelungen, ein solches Ferment zu entdecken.

Versuche mit Kaninchen.

1. Versuch.

Ein grosses Kaninchen hungerte zwei Tage lang und am dritten Tage wurde dasselbe mit Pferdefleisch und Inulin (16 Grm. Fleisch und 10 Grm. Inulin) gefüttert. Sechs Stunden nach der Fütterung wurde das Thier getödtet, der ganze Digestionstractus herausgenommen und letzterer durch Abschnürung in 5 Partien getheilt. (Magen, *Duodenum*, *Dünndarm*, *Coecum* und Dickdarm), von welchen eine jede besonders untersucht wurde. Die Untersuchung ergab folgendes:

Magen durchaus normal beschaffen; Mageninhalt ziemlich beträchtlich, Reaction stark sauer, keine Spur von Zucker. Mageninhalt wurde in heisses Wasser gebracht und auf dem Wasserbad über ½ Stunde gekocht und heiss abfiltirt. Das gelbliche, etwas mit Thierkohle entfärbte Filtrat zeigte im Polarisationsapparate eine Linksdrehung von etwa 2,3 und reducirte Kupferoxyd nur durch Zusatz von ein paar Tropfen Salzsäure. Durch Eindampfen des betreffenden Filtrates auf ein kleines Volumen und darauf vorgenommener Fällung mit überflüssigem Alcohol, schied sich bald schön weisses unverändertes Inulin ab.

Duodenum. Inhalt gering, Spuren von Inulin, dagegen kein Zucker.

Dünndarm. Im ganzen Dünndarm bis zum Coecum mit Leichtigkeit kleine Mengen unveränderten Inulins nachzuweisen (aber kein Zucker).

Coecum. Ziemlich stark gefüllt. Nur Spuren von Inulin in demselben nachzuweisen.

Im Dickdarm weder Inulin noch Zucker.

Im Urin ebenfalls nicht.

Die Menge des aus dem Magendarminhalte im reinen Zustande wiedergewonnenen Inulins betrug etwa 3,5 Grm.

2. Versuch.

Ein grosses Kaninchen hungerte seit drei Tagen und am vierten Tage wurde dasselbe mit 10 Grm. Inulin und etwas Pferdefleisch gefüttert.

Das Thier wurde 8 Stunden nach der Fütterung getödtet. Die Untersuchung des Digestionskanals ergab Folgendes:

Magen: Normal beschaffen; halb gefüllt; Inhalt reagirte starksauer und enthielt Spuren von Inulin, dagegen keinen Zucker.

Im *Duodenum* weder Zucker noch Inulin nachzuweisen.

Im *Dünndarm* ebenfalls nicht.

Coecum stark gefüllt. In demselben nur Spuren von Inulin nachzuweisen.

Dickdarm enthielt weder Inulin noch Zucker.

Urin frei von Inulin.

3. Versuch.

Ein mittelgrosses Kaninchen hungerte seit vier Tagen. Am fünften Tage wurde dasselbe mit 12 Grm. Inulin

und etwas Pferdefleisch gefüttert. Tödtung 16 Stunden nach der Fütterung. Bei der Untersuchuug des Digestionstractus war nirgends weder Inulin noch Zucker nachzuweisen.

Urin war inulinfrei.

4. Versuch.

Ein mittelgrosses Kaninchen hungerte seit fünf Tagen. Am sechsten Tag wurde dasselbe mit 10 Grm. Inulin und etwas Pferdefleisch gefüttert und 15 Stunden nach der Fütterung getödtet. Die Untersuchung ergab das nämliche wie im dritten Versuch.

5. Versuch.

Ein grosses Kaninchen wurde nach viertägigem Hungern mit 10 Grm. Inulin nebst Pferdefleisch gefüttert und 12 Stunden nach der Fütteruug getödtet. Die Untersuchung ergab nur ganz geringe Menge unveränderten Inulins im Blinddarm und *Colon ascendens*, dagegen nirgends Zucker. Der Urin enthielt weder Inulin noch Zucker.

In den folgenden Versuchen wurde auch die Leber und das Pfortaderblut auf Inulin untersucht.

6. Versuch.

Ein grosses Kaninchen wurde nach dreitägigem Hungern mit 10 Grm. Inulin nebst Pferdefleisch gefüttert und 5 Stunden nach der Fütterung getödtet. Die Untersuchung des Digestionskanals ergab folgendes:

Magen: Normal beschaffen und stark gefüllt.

Mageninhalt reagirte stark sauer und enthielt eine beträchtliche Menge unveränderten Inulins, aber keinen Zucker.

Duodenum und *Dünndarm* enthielten geringe Menge Inulins.

Blinddarm: Spuren von Inulin deutlich nachzuweisen; kein Zucker.

Dickdarm enthielt weder Inulin noch Zucker.

Urin inulinfrei.

Leber: Wurde ins kalte Wasser gesteckt, zerkleinert und zu einer breiigen Masse zerrieben. Dieser Brei, mit Wasser verdünnt, wurde ½ bis ¾ Stunde auf dem Wasserbad gekocht und dann heiss abfiltrirt. Das Filtrat wurde bis auf die Hälfte seines Volumens eingedampft und mit starkem Alkohol versetzt, wodurch ein weisser, flockiger Niederschlag entstand. In der abfiltrirten alkoholischen Flüssigkeit konnte man trotz der Verdünnung deutlich mit der Trommer'schen Probe Zucker nachweisen, wogegen in dem Niederschlag, der in kaltem Wasser theilweise sich löste, kein Inulin enthalten war, denn die Behandlung desselben mit Diastase lieferte deutliche Spuren von Zucker, was für *Glykogen* spricht. Der betreffende Niederschlag reducirte das Kupferoxyd fast gar nicht und die Menge des in kaltem Wasser unlöslichen Theils, um welche es sich handelte, war so gering, dass man hier den Polarisationsapparat nicht in Anwendung bringen konnte.

Die Menge des Inulins, welche in diesem Versuch aus dem Magendarminhalt in reinem Zustand wieder gewonnen wurde, betrug nach dem Trocknen 4,2 Grm.

Wenn man noch das hinzurechnet, was bei der Untersuchung verloren gegangen, oder zu Proben benutzt worden, so war nach 5 Stunden noch etwas über die Hälfte des genossenen Inulins unverändert im Digestionskanal.

Pfortaderblut wurde nicht untersucht.

7. Versuch.

Ein grosses Kaninchen wurde nach dreitägigem Hungern mit 15 Grm. Inulin und etwas Pferdefleisch gefüttert und 6 Stunden nach der Fütterung getödtet.

Befund: Es war überall im Magen und Darm (bis zum *Colon ascendens*) unverändertes Inulin in beträchtlicher Quantität nachzuweisen und rein wieder zu gewinnen.

Im *Coecum* waren Spuren von Zucker. (?)

Urin inulinfrei.

Leber: Es gelang mir kein Inulin in derselben nachzuweisen.

Pfortaderblut: Ich bekam nur geringe Menge zur Untersuchung, worin ich mit Sicherheit Inulin nicht nachweisen konnte.

8. Versuch.

Ein grosses Kaninchen wurde nach viertägigem Hungern mit 18 Grm. Inulin gefüttert und 5½ Stunden nach der Fütterung getödtet.

Befund: Wie im siebten Versuch war auch hier überall im Magen und Darmkanal (selbst im Anfang

des Dickdarms) in beträchtlicher Menge unverändertes Inulin nachzuweisen, nirgends aber Zucker.

Urin inulinfrei.

In der Leber kein Inulin.

Im Pfortaderblut ganz deutlich Inulin nachzuweisen. Der Nachweis desselben wurde folgender Weise geführt: Das frische Blut mit Wasser verdünnt wurde $^1/_2$—$^3/_4$ Stunde auf dem Wasserbad gekocht, heiss abfiltrirt und das Filtrat, wie bei der Untersuchung der Leber auf die Hälfte eingeengt. Dieses Filtrat reducirte nicht das Kupferoxyd, auch nach Behandlung mit Diastase nicht, dagegen durch Zusatz von ein paar Tropfen HCl. und Erwärmen zeigte es ganz deutliche Reduction.

Blut der *Vena Cava infer.* und des rechten Herzens enthielt kein Inulin, dagegen deutlich nachweisbaren Zucker.

9. Versuch.

Ein mittelgrosses Kaninchen wurde nach viertägigem Hungern mit 12 Grm. Inulin gefüttert und $5^1/_2$ Stunden nach der Fütterung getödtet.

Befund: Ueberall im Magen und Darmkanal unverändertes Inulin in beträchtlicher Menge nachzuweisen bis etwa zum Ende des *Colon ascendens*. Nirgends Zucker.

Die Menge des im reinen Zustand wieder gewonnenen Inulins bei diesem Versuch betrug 5,8 Grm.

In der Leber konnte ich kein Inulin nachweisen.

Pfortaderblut: Spuren von Inulin.

Hier war die Menge so gering, dass ich mit genü-

gender Sicherheit den Nachweis des Inulins nicht führen konnte.

Blut der *Vena Cava inf.* und des rechten Herzens enthielt deutlich nachweisbaren Zucker aber kein Inulin.

Urin inulinfrei.

10. Versuch.

Ein mittelgrosser Hund hungerte zwei Tage lang und am dritten bekam er 30 Grm. Inulin mit einer kleinen Portion Pferdefleisch. $5^1/_2$ Stunde nach der Nahrungseinnahme wurde das Thier getödtet. Die Untersuchung ergab. Magen: normal beschaffen. Der Inhalt reagirte stark sauer und es waren in demselben kleine weisse Klümpchen unveränderten Inulins. Ich konnte keine Spur von Zucker in diesem Mageninhalt auffinden, dagegen reichliche Menge Inulins. Letztere betrug in trockenem Zustande 7,02 Grm.

Duodenum und Dünndarm enthielt ziemlich vie Inulin, aber keinen Zucker.

Blinddarm: Es war leicht unverändertes Inulin in demselben aufzufinden.

Colon ascendens: Inulinhaltig, kein Zucker.

Im übrigen Dickdarm war weder Zucker noch Inulin nachzuweisen.

Urin inulinfrei.

In der Leber kein Inulin.

Im Blut der *Vena Cava inf.* und rechten Herzen waren Spuren von Zucker, aber kein Inulin aufzufinden.

Im Pfortaderblut deutlich Spuren von Inulin nachzuweisen.

Schon aus den Versuchen mit den verschiedenen Fermenten konnte man den Schluss wagen, dass Inulin entweder überhaupt nicht verdaut werde oder unverändert aus dem Digestionstractus in Chylus und Blut übergehe, also als Inulin resorbirt werde.

Dies letztere bestätigen auch vollkommen die 10 oben angeführten Versuche. Aus denselben geht ganz unzweifelhaft hervor, dass Inulin weder im Magen noch im Darmkanal in Zucker umgewandelt oder überhaupt verändert wird. Dasselbe verschwindet vom Digestionstractus allmählig und zwar in einem Zeitraum von ungefähr 8—9 Stunden (allerdings bei hungernden Thieren) ohne in die Faeces oder Urin überzugehen.

Zur Aufstellung der Behauptung, dass das Inulin unverändert resorbirt wird, stütze ich mich auf die Eigenschaften, welche das bei allen 10 Versuchen aus Magendarminhalt wiedergewonnene Inulin darbot.

Dasselbe zeigte nämlich im trockenen Zustand das gewöhnliche Aussehen, war nur im heissen Wasser und Alkalien löslich, durch Alcohol sehr leicht fällbar und reducirte das Kupferoxyd nicht.

Es tritt nun daher die Frage auf, was wird also überhaupt aus dem Inulin im Organismus, mit anderen Worten, welches ist das Schicksal dieses Stoffes nach seiner Aufnahme in's Blut? Die Antwort auf diese Frage, welche im Allgemeinen nicht leicht ist, kann

nichts destoweniger ziemlich richtig und sicher gegeben werden. Erstens erfährt das Inulin im Blute fast zweifelsohne keine Veränderungen, was daraus hervorgeht, dass Inulin in den drei letzten Versuchen im Pfortaderblut nachzuweisen war, und dass dasselbe nach Einspritzungen in die *vena jugularis* kurze Zeit darauf unverändert im Harn erscheint, was Külz in seiner vielfach erwähnten Arbeit anführt, und wie ich selbst bei Ausübung dieses Versuchs mich überzeugt habe.

Es bleibt uns also übrig nach den Umsetzungen dieses Stoffes in den Organen selbst zu fahnen. Hier schien es nun gerathen, die Untersuchungen vor Allem auf die Leber zu richten. Die Leber ist der wirkliche Umsetzungsort des Inulins, wie aus folgenden Momenten und Versuchen hervorgeht: Bei den Versuchen 8, 9 und 10 war das Inulin nur im Blut der *Vena Portarum* nachzuweisen, dagegen in der Leber und im Blut de *Vena Cava inf.* und des rechten Herzens nicht, was nur durch die Umsetzung dieser Substanz in der Leber zu erklären ist. Folgende Versuche lassen die Sache noch deutlicher erscheinen. Es wurde zwei Kaninchen eine sehr concentrirte Inulinlösung in den Stamm der Pfortader injicirt und die *Vena* an der Injectionsstelle unterbunden. Diese eingreifende Operation war jedoch nicht gut ausgefallen, denn das eine Kaninchen starb während derselben und das andere lebte nur ½ Stunde. (Die Ursache des Todes ist ohne Zweifel auf die Unterbindung der Pfortader zu schieben.) Bei diesem zweiten Thiere wurde die Leber und das Blut auf Inulin untersucht, es fanden sich aber keine Spuren desselben vor.

*

Zwei andere Versuche waren jedoch von besserem Erfolge begleitet. Eine sehr concentrirte Inulinlösung wurde in drei verschiedene kleine Aeste der Pfortader eines Kaninchens injicirt und die betreffenden Venenaeste gleich unterbunden. Das Thier befand sich in den ersten 3—4 Stunden ziemlich wohl, dann trat eine heftige Peritonitis auf, in Folge deren das Thier nach 12 Stunden erlag. Die Untersuchung der Leber, des Blutes und der geringen peritonitischen Flüssigkeit ergab keine Spur von Inulin. An einem anderen Kaninchen wurde dieselbe Procedur vorgenommen. Das Thier befand sich gleich nach der Operation auffallend wohl, nach 3 Stunden stellten sich jedoch bedenkliche Erscheinungen ein und das Thier wurde getödtet. Die Untersuchung ergab:

In der Leber keine Spur von Inulin.

Im Blute ebenfalls nicht.

Im Urin, welcher auch während des Lebens untersucht wurde, auch nicht.

Obgleich solche Versuche nicht als massgebend angesehen werden können, weil nach so eingreifenden Operationen man nicht mehr mit physiologischen Zuständen zu thun hat, so ist es jedoch nichts destoweniger auffallend, dass bei beiden Versuchsthieren das Inulin nach seiner Einführung in die Pfortader weder im Blut, noch in der Leber, noch im Urin nachzuweisen war. Um so mehr Gewicht ist aber auf dieselben zu legen, weil sie mit den Resultaten, die unter ganz normalen Verhältnissen angestellt wurden (cfr. Versuch 8, 9, 10.) vollständig übereinstimmen.

Zur weiteren Erklärung dieser Sache wird noch folgender Versuch beitragen:

Es wurde in die *Vena Cruralis* eines Kaninchens eine stark concentrirte Inulinlösung injicirt und etwa nach 5/4 Stunden durch Druck auf die Blase der Urin entleert. In demselben konnte man leicht unverändertes Inulin nachweisen, indem man durch Zusatz von ein paar Tropfen Salzsäure und Erwärmen das vorhandene Inulin in Zucker überführte und darauf bei der Trommer'schen Probe die schönste Reduction bekam. Mit starkem Alcohol war in diesem Urin das Inulin leicht zu fällen, es fielen dabei aber auch andere Stoffe, (Salze) mit nieder.

Dieser letzte Versuch in Verbindung mit den bereits erwähnten Versuchen von Külz, welcher mehrmals nach Injectionen von Inulin in die *Vena Jugularis* dasselbe im Harne auftreten sah, zeigt deutlich, dass wenn man Inulin mit Umgehung der Leber in das Blut bringt, dasselbe bald im Harne unverändert erscheint, während es im umgekehrten Falle ganz verschwindet respect. umgesetzt wird.

Nachdem also jetzt die Umsetzung des Inulins in der Leber als ziemlich sicher betrachtet werden kann, fragt es sich, in welche Substanz geht das Inulin bei dieser Umsetzung über.

Dies ist allerdings schwierig zu entscheiden und es lohnt sich auch nicht die Mühe Hypothesen darüber aufzustellen. Das einzige, was man hier für wahrscheinlich halten darf und was sogar gewissermassen

als ziemlich sicher hingestellt werden kann, ist, dass aus Inulin Glykogen in der Leber gebildet wird.

Dieses letztere geht aus den Versuchen von Luchsinger, Salomon (der mit Inulinzucker experimentirte) und Külz hervor, welche das Inulin seiner Glykogen-bildenden Kraft nach dem Traubenzucker und anderen Zuckerarten einreihen. Bei einem Versuch, bei dem ich ein kleines Kaninchen nach 5tägigem Hungern mit 20 Grm. Inulin fütterte und nachher nach der Brücke'schen Methode den Glykogen-Gehalt der Leber bestimmte, fand ich 0,835 Grm. (Glykogen). Wenn man also annimmt, dass beim Hungerzustand das Glykogen der Leber bis auf Spuren verschwindet, so ist der grösste Theil der hier gefundenen Menge als aus dem eingeführten Inulin entstanden zu betrachten.

Diese Ueberführung des linksdrehenden Inulins in rechtsdrehendes Glykogen und Zucker ist gewiss ein interessanter chemischer Vorgang, der aber wohl nicht auf eine directe chemische Umsetzung der einen Substanz in die andere zurückgeführt werden kann. Das nämliche gilt auch von dem Inulinzucker.

Indem ich nun hiermit die Untersuchungen über die Verdauung des Inulins abschliesse, will ich zuletzt noch in ein paar Worten der practischen Verwendung desselben Erwähnung thun.

Wie bereits Eingangs erwähnt, hat Külz vor kurzer Zeit das Inulin als Brodsurrogat bei Diabet. Mell. vorgeschlagen, nachdem er mit demselben bei verschiedenen Diabetikern Versuche angestellt und gefunden hat, dass

dieses Kohlenhydrat die Zuckerausscheidung bei genannter Krankheit gar nicht vermehre.

Wie wichtig und wünschenswerth es ist, ein Brod (besser als das Mandel- und Kleberbrod) zu finden, welches gar keinen schädlichen Einfluss auf den Krankheitsprocess bei der Zuckerruhr ausübt und welches den armen Diabetikern die Entziehung des gewöhnlichen Brodes erträglich macht, oder überhaupt, wie wichtig es ist, dem Diabetischen Organismus Kohlenhydrate ungestraft zuführen zu können, die an seinen Verdauungsapparat keine zu grosse Anforderungen stellen, liegt auf der Hand.

Nachdem nun die Verdauung des Inulins bereits bekannt ist, müssen wir sagen, dass wir in demselben ein Kohlenhydrat, ein Mehl haben, welches am besten zur Bereitung des gesuchten Diabetesbrodes dienen kann.

Es müssen aber noch weitere Versuche und Beobachtungen an Diabetikern uns lehren, wie dieser Stoff, namentlich in grössern Quantitäten ertragen wird, denn die Zahl der Versuche von Külz ist nicht hinreichend, um die Sache festzustellen. Es ist dabei nicht ausser Acht zu lassen, dass das Inulin durch seine starke Glykogen-bildende Kraft in grössern Quantitäten schädlich sein könnte, wenn überhaupt das Leberglykogen mit der Zuckerbildung respect. Zuckerausscheidung bei Diabet. Mell. in Beziehung steht.

Herr Prof. Leyden war so freundlich, im Anfang dieses Winters mir einen Diabetiker zu überweisen und eine beträchtliche Menge von Inulin an die Hand zu geben, um bei demselben Versuche damit anzustellen.

Leider aber war der Zustand des Patienten schon ziemlich elend, aus welchem Grunde auch die an ihm angestellten Versuche nicht von günstigem Erfolg begleitet gewesen sein mögen; ich will desshalb dahier nicht näher auf dieselbe eingehen, und besonders weil häufig eintretendes Erbrechen genauere Versuche unmöglich machte.

Zuletzt sei noch erwähnt, dass es jedoch nicht eshr leicht sein wird, aus dem Inulin seiner Klebrigkeit wegen Brod zu bereiten. Külz gab dasselbe seinen Diabetikern in Form eines Biscuit's, welcher mit Milch und Eier bereitet wurde.

Aber der hohe Preis des Inulins, welches theilweise in dem bis jetzt geringen Gebrauch des Mittels seine Erklärung haben mag, verspricht, wenigstens vor der Hand, keine ausgedehnte Verwendung desselben in Praxi. Aus diesem Grunde können inulinhaltige Pflanzen, die sich überall in Fülle vorfinden, zur Nahrung bei Diabetikern benutzt werden.

Zum Schlusse kann ich nicht umhin, meinen hochverehrten Lehrern Herrn Prof. Dr. Hoppe Seyler und Herrn Prof. Dr. Leyden für die äusserst freundliche Unterstützung, die sie mir bei Anfertigung dieser Arbeit zu Theil werden liessen, meineu innigsten Dank auszusprechen.